

Instituut voor
Agrotechnologisch
Onderzoek
ATO-DLO
Bornsesteeg 59
Postbus 17
6700 AA Wageningen



Voortgangsrapportage no. 3/6
BTOC-project SBC96014

**Verbetering van de afzet en
export van Nederlandse
aardbeien door toepassing van
product-eigen green chemicals**

Periode januari 1998 – juli 1998

G. van den Boogaard
P.P.L.A. de Leeuw
E.J. Smid
H.A.M. Boerrigter

VERTROUWELIJK

1998-10-16



ato-dlo



ato-dlo

Voortgangsrapportage no. 3/6 BTOC-project SBC96014

**Verbetering van de afzet en export van Nederlandse
aardbeien door toepassing van product-eigen green
chemicals**

Periode januari 1998 – juli 1998

VERTROUWELIJK

**Instituut voor
Agrotechnologisch
Onderzoek (ato-dlo)**

Bornsesteeg 59
Postbus 17
6700 AA
Wageningen
tel. 0317.475000
fax. 0317.475347

G. van den Boogaard
P.P.L.A. de Leeuw
E.J. Smid
H.A.M. Boerrigter

*Eigendom van Stichting Aardbei. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermeerderd of
gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van Stichting Aardbei*

2252554

Inhoud	Pagina
SAMENVATTING	1
INLEIDING.....	2
RESULTATEN.....	4
RESULTATEN EXPERIMENT MEI.	7
CONCLUSIES EXPERIMENT MEI.	10
RESULTATEN EXPERIMENT JUNI.....	11
CONCLUSIES EXPERIMENT JUNI.	14
CONFRONTATIE MET DE FASERING.....	17
BIJLAGE 1, TABELLEN.....	19
BIJLAGE 2. FIGUREN VAN DE TRIAL JUNI 1998	21

Samenvatting

In deze rapportage worden de resultaten gepresenteerd uit de eerste helft van 1998 van het BTOC-project SBC96014. Dit project wordt in opdracht van de Stichting Aardbei uitgevoerd in samenwerking met de Greenery (Locatie Breda) en 5 aardbeien telers.

In de eerste helft van 1998 zijn twee grote praktijk experimenten uitgevoerd met aardbeien van dezelfde herkomst (J. de Regt, Etten-Leur). In deze experimenten is het effect op de houdbaarheid van twee verpakkingsvarianten en van een 3-tal aardbei-eigen stoffen (2-nonanone, hexylacetaat en methylhexanoaat) in diverse doseringen, is onderzocht. De opzet van beide experimenten was vrijwel identiek. Gebleken is dat twee behandelingen van aardbei-eigen stoffen een beter resultaat geven dan de MA-verpakking. Hierbij moet opgemerkt worden dat het effect van methylhexanoaat niet altijd eenduidig is. Bij een te hoge dosering ontstaat ernstige schade aan de kroontjes.

Bij het eerste experiment (mei 1998) konden de MA-verpakking en de MA-verpakking met toevoeging van hexylacetaat en 2-nonanone als meest optimale verpakking worden aangewezen. Bij het tweede experiment (juni) scoorden aardbeien verpakt in een MA-verpakking en met toevoeging van 2-nonanone het beste als er rekening wordt gehouden met alle kwaliteitsaspecten.

Inleiding

Voor de export van Nederlandse aardbeien naar verre overzeese bestemmingen (Midden-Oosten, Verre-Oosten) kan een gesloten koelketen om logistieke redenen niet gegarandeerd worden. Onder deze sub-optimale omstandigheden is toepassing van een gewijzigde gas-samenstelling (verlaagd O₂, verhoogd CO₂) onvoldoende om schimmelgroei op de vruchten volledig te onderdrukken. Daarom bestaat er grote behoefte aan een verpakkingsmethodiek die kwaliteitsbehoud van export-aardbeien in de afzetketens voor verre bestemmingen gegarandeerd. Toepassing van een combinatie van aardbei-eigen stoffen met schimmelgroei-remmende werking en een gewijzigde gas-samenstelling kan een verpakkingsconcept opleveren waarmee kwaliteitsbehoud in deze specifieke afzetketens gewaarborgd kan worden.

Aardbeien produceren een zeer groot aantal aromastoffen die samen de specifieke aardbeismaak en -geur bepalen. Uit recente publicaties blijkt dat de aardbei aroma uit 35 tot 200 verschillende vluchtige verbindingen bestaat. De aroma van rijpe vruchten wordt voor een belangrijk deel bepaald door methyl esters van methyl alcoholen (Perkins-Veazie and Collins, 1995). In een studie van Perez et al. (1992) worden 7 vluchtige stoffen aangewezen die direct correleren met de kenmerkende aardbeien aroma. Naast genoemde geurstoffen spelen zuurgraad en suikergehalte een belangrijke rol bij de beoordeling van de aroma.

Recent onderzoek op ATO-DLO heeft aangetoond dat vele verschillende vluchtige plantestoffen afkomstig van diverse plantesoorten, schimmelgroei-remmende eigenschappen bezitten en zodoende gebruikt kunnen worden om schimmelaantasting op land- en tuinbouwgewassen te onderdrukken (Smid et al., 1995; Gorris and Smid, 1995; Smid et al., 1996a; Oosterhaven et al., 1995). Van trans-cinnamaldehyde, de belangrijkste component uit cassia olie, is aangetoond dat de stof inwerkt op de membranen van de doelwit micro-organismen (Smid et al., 1996b). Tengevolge van sterke geur- en smaak-eigenschappen van dergelijke stoffen kan smaak-afwijking van behandelde producten optreden bij toepassing in gesloten verpakkingen.

Van een aantal vluchtige aardbei-stoffen is vastgesteld dat ze schimmelgroei-remmende activiteit bezitten (Pesis and Avissar, 1990; Vaughn et al., 1993). Hoewel deze stoffen door aardbeien geproduceerd worden, bezitten ze niet de typische organoleptische eigenschappen die geassocieerd worden met aardbeien. Recent onderzoek op ATO-DLO heeft aangetoond dat een 4-tal typische natuurlijke aardbei-aroma stoffen de groei van *B. cinerea* en *R. stolonifer* op een aardbei-medium remmen. Deze stoffen combineren de gunstige schimmelgroei-remmende werking met een natuurlijke aardbei-aroma. Deze laatste eigenschap minimaliseert de kans op het optreden van smaakafwijking bij toepassing van de stof op verpakte aardbeien. Naast de reeds onderzochte stoffen worden een 10-tal ander aardbei-stoffen geassocieerd met de typische aardbei-aroma. Van deze stoffen is bij aanvang van het project onbekend of ze schimmelgroei-remmende eigenschappen bezitten. Op basis van de typische geur karakteristieken kunnen deze verbindingen in combinatie met sterke schimmelgroei-remmende eigenschappen toegepast worden bij MA-verpakte aardbeien.

Doelstelling

Het doel van dit project is de ontwikkeling van een verpakkingsmethodiek voor Nederlandse export aardbeien die gebaseerd is op een combinatie van gewijzigde gassamenstelling en toepassing van aardbei-eigen aromastoffen met schimmelgroeiwerende activiteit. Het te ontwikkelen verpakkingsconcept moet de afzet van Nederlandse aardbeien op verre markten (Midden-Oosten, Verre-Oosten) faciliteren.

Resultaten

Inleiding verpakkingsexperimenten (Taak 5, 8, 10 en 11)

In het kader van de taken 8 en 10 beschreven in het projectvoorstel twee grote 'pilot-scale' experimenten uitgevoerd. Het eerste experiment werd in mei uitgevoerd, het tweede in juni. Het effect op de houdbaarheid van twee verpakkingvarianten en van een 3-tal aardbei-eigen stoffen, in diverse doseringen, is onderzocht. De opzet van beide experimenten was vrijwel identiek. Alleen op punten waar de opzet verschilt zal dit in het onderdeel materiaal en methoden worden aangegeven en uitgewerkt. De resultaten van de beide experimenten worden wel afzonderlijk besproken. In een afsluitend hoofdstuk staan de samenvattende conclusies van beide experimenten en enkele aanbevelingen voor het vervolg traject.

Materiaal en Methode

Product.

Voor beide experimenten zijn aardbeien van dezelfde herkomst gebruikt (J. de Regt, Etten-Leur). Het betrof product van klasse I super met mooie frisse kroontjes en een glanzend uiterlijk. In het experiment van mei waren de aardbeien redelijk doorgekleurd en in juni waren de aardbeien goed doorgekleurd.

Bewaring.

Bewaring vond plaats bij 3 constante temperaturen nl.; 15, 10 en 4°C. De relatieve luchtvochtigheid was bij alle bewaartemperaturen ± 90 %.

Verpakkingen.

Het gebruikte verpakkingsmateriaal is een hot needle gepreforeerde (macroperforaties) OPP en een OPP met micro perforaties (code PA160). Als derde verpakkingvariant is het standaard bakje gebruikt waar de aardbeien in werden aangeleverd. Deze verpakking is de referentie verpakking. De verpakking met hot needle gepreforeerde OPP is een in de praktijk veel toegepaste verpakking. Deze verpakking geeft bovendien een goed beeld van de kwaliteitsontwikkeling in een vochtige verpakking zonder MA-condities. De toegevoegde waarde van de MA-verpakking kan duidelijk gemaakt worden door deze twee verpakkingen met elkaar te vergelijken.

Bij de toepassing van aardbei-eigen stoffen gebeurde dit altijd in combinatie met de MA-verpakking, (de microgeperforeerde OPP, PA160). Toepassen van aardbei-eigen stoffen is in een niet gasdichte verpakking niet zinvol. De toegevoegde stof verdwijnt vanuit de open verpakking te snel in de omringende atmosfeer. Door de behandeling met een green chemical te vergelijken met de MA-verpakking wordt duidelijk wat de toegevoegde waarde is van de green chemical.

Aardbei-eigen stoffen.

In tabel (1) worden de gebruikte aardbei-eigen stoffen en de toegepaste doseringen weergegeven. De beide experimenten staan apart weergegeven. Naar aanleiding van de resultaten van het experiment in mei zijn in juni dubbele doseringen aardbei-eigen stoffen toegepast en is er een nieuwe mix toegevoegd als behandeling voor het experiment in juni.

Tabel 1. Toegepaste aardbei-eigen stoffen en doseringen.

Green chemical	Dosering per verpakking	Mei	Juni
Methylhexanoaat	7,5 µL		
Methylhexanoaat	15 µL		
Hexylacetaat	7,5 µL		
Hexylacetaat	15 µL		
2-nonanone	3 µL		
2-nonanone	6 µL		
Mix A: Methylhexanoaat Hexylacetaat 2-nonanone	15 µL 3,75 µL 3 µL		
Mix B: Methylhexanoaat Hexylacetaat 2-nonanone	7,5 µL 7,5 µL 3 µL		

= toegepast

= niet toegepast

Metingen.

a. Gasconcentraties.

De gasconcentraties (CO₂ en O₂) in de verpakkingen zijn gemeten met een Chrompack micro-gaschromatograaf type CP2002 met automatische monsternamen en calibratie. In voorgaande experimenten is vastgesteld (ATO-rapport B259) dat met de PA160 folie de gunstigste gasconcentraties voor bewaring van aardbeien gerealiseerd worden. Uit deze experimenten kwam naar voren dat dit was. Deze folie is in beide experimenten gebruikt. Gezien de ruime ervaring met dit verpakkingsmateriaal is volstaan met een enkele metingen per experiment om te controleren of de gasconcentraties zich naar verwachting ontwikkelden. In beide experimenten is de gasconcentratie op één moment gemeten, in het experiment van mei na 4 dagen bewaring bij 10°C en in het experiment van juni na 7 dagen bewaring bij 4°C.

b. Productbeoordeling.

De kwaliteit van het product werd op de volgende wijze vastgesteld nl.;

Rijpheid: kleurcijfer van 0 tot 5 (0 = onrijp, groen / wit en 5 = donkerrood).

Kwaliteit kroontjes: klasse 0 tot 2 (0 = fris groen, 1 = vergeling zichtbaar maar acceptabel, 2 = onacceptabel).

Smaakafwijkingen: klasse 0 of 1 (0 geen afwijking, 1 afwijking van de normale aardbeien aroma).

Phytotoxiciteit: berekening aan de hand van het aantal aardbeien in een klasse (klasse 0 = geen phytotoxiciteit tot 5 = 100% Phytotoxiciteit).

Rot: berekening aan de hand van het aantal aardbeien in een klasse (klasse 0 = geen rot tot 5 = 100% rot).

Totaal kwaliteit uitgedrukt in dagen houdbaarheid: samenvoeging van alle boven genoemde kwaliteitscriteria, bij een goede partij zijn alle kwaliteitscriteria nog van een acceptabel niveau.

De bepaling van phytotoxiciteit en rot werd als volgt uitgevoerd. Alle aardbeien uit een bakje werden individueel onderzocht op rot of phytotoxiciteit. Bij aanwezigheid van een van deze twee afwijkingen werd de klasse van deze afwijking vast gesteld. Voor iedere 20% meer aantasting werd een aardbei in een hogere klasse ingedeeld. Tevens werd het aantal aardbeien zonder aantasting vastgesteld.

Het totaal oordeel van een bakje aardbeien werd met behulp van de volgende formule berekend:

$$Rot = \frac{(n_I * 1) + (n_{II} * 2) + (n_{III} * 3) + (n_{IV} * 4) + (n_V * 5)}{n_t} * 20$$

In deze formule is:

Rot het percentage rot


n_t het totaal aantal aardbeien in een bakje

n_I tot n_V het aantal aardbeien in die klasse rot.

In tabel (2) staat weergegeven wanneer de aardbeien werden beoordeeld.

Tabel 2. Frequentie product beoordeling in mei en juni bij de diverse bewaartemperaturen.

Dag	Experiment mei 1998			Experiment juni 1998		
	4°C	10°C	15°C	4°C	10°C	15°C
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

 = kwaliteitscontrole

Tijdens het experiment in juni werden de controle verpakkingen dagelijks beoordeeld. Als de kwaliteit van de aardbeien in de controle behandeling afnam werd er beslist of de aardbeien van de andere behandelingen beoordeeld moesten worden. Het gebruik van deze methodiek had twee voordelen:

Beoordeling van de aardbeien vindt plaats op het moment dat de kwaliteit begint af te nemen zodat het verloop van de kwaliteit beter in beeld wordt gebracht.

De benodigde arbeid wordt effectiever ingezet, er wordt alleen beoordeeld als dit een interessant resultaat op levert.

Data analyse.

Door middel van een ANOVA (variantieanalyse) met het statistisch data verwerkingsprogramma GENSTAT werd nagegaan of de gevonden verschillen betrouwbaar zijn. Als een verschil tussen de verschillende behandelingen wordt aangegeven is dit een significant verschil bij een betrouwbaarheidsinterval van tenminste 95%.

In verband met de leesbaarheid en het overzicht van dit rapport worden alleen de belangrijkste resultaten besproken aan de hand van samenvattende tabellen.

Resultaten experiment Mei.

De resultaten van beide experimenten (mei en juni) zullen in eerste instantie apart worden behandeld. In het laatste deel van dit de resultaten sectie worden beide experimenten vergeleken.

Gascondities.

De gemeten gasconcentratie na 4 dagen bewaring bij 10°C was gemiddeld 15,5 % O₂ en 7,6 % CO₂, dit stemt overeen met de resultaten uit voorgaande experimenten.

Conclusies gascondities.

De gascondities waren op het verwachte niveau.

Phytotoxiciteit.

Phytotoxiciteit werd in dit experiment zeer sporadisch waargenomen. Deze waarnemingen waren echter onvoldoende om er statistisch gezien betrouwbare uitspraken over te doen. Wel was er een trend waarneembaar dat de aardbeien bewaard bij een hogere temperatuur in combinatie met de mix van aardbei-eigen stoffen vaker phytotoxische afwijkingen vertoonden dan andere behandelingen.

Conclusies phytotoxiciteit.

De mix van aardbei-eigen stoffen geeft mogelijk aanleiding tot phytotoxiciteit.

Rijpheid (kleur).

De aardbeien waren bij start van het experiment kleur 3. Dit zijn redelijk goed doorgekleurde aardbeien; er zijn nog aardbeien met lichtere plekken. De snelheid van doorkleuren wordt sterk bepaald door de temperatuur waarbij ze worden bewaard. Aardbeien bewaard bij 4°C waren na 15 dagen bewaring kleur 4, bij aardbeien bewaard bij 10°C was dit het geval na 5 dagen en aardbeien bewaard bij 15°C na 3 dagen. Er was een duidelijk effect van de verpakking op het doorkleuren. De gasconcentraties in de MA-verpakkingen (met of zonder aardbei-eigen stoffen) hadden een duidelijk remmend effect op de doorkleuring van de aardbeien. De aardbeien verpakt in de andere twee verpakkingen hadden zoals te verwachten een snellere doorkleuring.

Conclusies kleur.

MA-verpakking (met of zonder aardbei-eigen stoffen) remt de doorkleuring.

Stevigheid.

Er werden tijdens dit experiment geen verschillen in stevigheid waargenomen tussen de verschillende behandelingen en bij de verschillende temperaturen.

Conclusies stevigheid.

Er zijn geen effecten waargenomen.

Kroontje.

De snelheid van verkleuring van het kroontje wordt sterk bepaald door de temperatuur waarbij de aardbeien worden bewaard. Aardbeien bewaard bij 4°C hadden gemiddeld gedurende ± 14 dagen een acceptabel kroontje, aardbeien bewaard bij 10°C of 15°C hadden gemiddeld gedurende de gehele bewaarperiode een acceptabel kroontje. Bij dit kwaliteitsaspect was er wel een duidelijk effect van sommige aardbei-eigen stoffen op de kwaliteit van het kroontje. Effecten van de verpakking staan weergegeven in tabel 3.

Tabel 3. Aantal dagen dat de aardbeien acceptabel blijven voor wat betreft het uiterlijk van het kroontje bij verschillende temperaturen.

Behandeling (verpakking)	Bewaartemperatuur		
	4°C	10°C	15°C
Controle verpakking	>15	7	5
Gepreforeerde verpakking	14	9	5
MA verpakking	>15	>10	>6
Methylhexanoaat	>15	>10	5
Hexylacetaat	>15	>10	>6
2-nonanone	>15	>10	>6
Mix B*	>15	>10	5

*de samenstelling van de mixen staan in tabel 1.

In de geperforeerde verpakking worden de kroontjes sneller onacceptabel dan in de eveneens vochtige MA-verpakking. Een verdere vergelijking maakt duidelijk dat toevoeging van aardbei-eigen stoffen geen positief effect heeft op dit kwaliteitsaspect. Bij toepassing van de verkeerde green chemical of een verkeerde dosering zijn er wel duidelijk negatieve effecten.

Conclusies kroontje.

MA-verpakking verlengt de periode dat het kroontje acceptabel blijft. Alle aardbei-eigen stoffen behalve hexylacetaat en 2-nonanone hebben een negatief effect op het kroontje.

Rot

De percentages rot staan per temperatuur weergegeven in de bijlage (tabel 11 t/m 13). In dit experiment was er alleen een duidelijk negatief effect van de hot needle verpakking op het percentage rot. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door hoge luchtvochtigheid in de verpakking welke gunstig is voor schimmelgroei én het ontbreken van een mechanisme dat de schimmelgroei remt, zoals een lagere relatieve luchtvochtigheid, MA-condities of MA-condities in combinatie met aardbei-eigen stoffen. Alle andere verpakkingen cq behandelingen hadden een vergelijkbare aantasting. Een mogelijke reden voor het niet kunnen onderscheiden van verschillen in aantastingen tussen verschillende behandelingen ligt waarschijnlijk in het feit dat de momenten van beoordeling niet altijd zo zijn gekozen dat de verschillen tussen de behandeling het meest duidelijk waren. Als er 1 of 2 dagen te laat werd beoordeeld dan waren de verschillen tussen behandelingen vereffend. Het is om deze reden dan ook niet mogelijk exact aan te geven wanneer aardbeien met een bepaalde behandeling voor wat betreft rot aantasting niet meer acceptabel waren. In het experiment in juni is de timing van beoordeling hierop aangepast zoals is beschreven in de volgende sectie materiaal en methode. In tabel 4 staat een schatting van wanneer aardbeien met de verschillende behandelingen bij verschillende

temperaturen niet meer acceptabel werden bevonden. Als acceptabel percentage rot is 5 procent gekozen. De gevonden verschillen tussen de behandelingen zijn op dit interactie niveau niet significant aantoonbaar, maar geven alleen een trend weer. Tabel 4 geeft duidelijk aan de geperforeerde verpakking in de serie behandelingen als een negatieve uitschieter kan worden aangemerkt.

Tabel 4. Aantal dagen dat de aardbeien acceptabel blijven wat betreft rotaantasting bij verschillende temperaturen.

Behandeling (verpakking)	Bewaartemperatuur		
	4°C	10°C	15°C
Controle verpakking	13	7	4
Geperforeerde verpakking	12	6	4
MA verpakking	13	7	5
Methylhexanoaat	12	7	5
Hexylacetaat	13	7	5
2-nonanone	13	7	5
Mix B*	13	7	4

*de samenstelling van de mixen staan in tabel 1

Conclusies rotaantasting.

De geperforeerde verpakking geeft de meeste rotaantasting.

Smaakafwijkingen.

Bij de aardbeien die waren verpakt met toevoeging van hexylacetaat en de mix van aardbei-eigen stoffen werden smaakafwijkingen geconstateerd. Bij alle andere behandelingen (controle verpakking, geperforeerde verpakking en MA-verpakkingen) werden sporadisch aardbeien met een zeer lichte afwijkende smaak geconstateerd. Deze afwijkingen zijn niet als onacceptabel beschouwd.

Conclusies smaakafwijkingen.

Alleen bij aardbeien waarin de verpakking een hexylacetaat of de mix van aardbei-eigen stoffen werd toegevoegd traden smaakafwijkingen op.

Houdbaarheid experiment mei.

In tabel 5 staat de maximale bewaarduur in dagen van de verschillend behandelde aardbeien bij de onderzochte temperaturen weergegeven. In deze tabel is rekening gehouden met alle kwaliteitsaspecten. Het meest beperkende kwaliteitsaspect voor de houdbaarheid staat tussen haakjes. De mate van rotaantasting is in de meeste gevallen de beperkende factor. Alleen in geval van optreden van smaakafwijking is dit niet het geval.

Tabel 5. Houdbaarheid van aardbeien bij verschillende temperaturen

Behandeling (verpakking)	Bewaartemperatuur		
	4°C	10°C	15°C
Controle verpakking	13 (rot)	7 (rot)	4 (rot)
Gepreforeerde verpakking	12 (rot)	6 (rot)	4 (rot)
MA verpakking	13 (rot)	7 (rot)	5 (rot)
Methylhexanoaat	12 (rot)	7 (rot)	5 (rot)
Hexylacetaat	13 (rot)	0 (smaak)	0 (smaak)
2-nonanone	13 (rot)	7 (rot)	5 (rot)
Mix B*	0 (smaak)	0 (rot)	0 (smaak)

*de samenstelling van de mixen staan in tabel 1.

De gevonden verschillen zijn niet significant. Er zijn echter wel enkele trends. Een uitzondering zijn de toepassing van mix B en Hexylacetaat, deze zijn vanwege smaakafwijkingen in het geheel niet acceptabel. Dit verschil met de andere behandelingen is wel significant. Toepassing van deze verkeerde green chemical heeft een zeer negatief effect op de houdbaarheid. Toepassing van aardbei-eigen stoffen in combinatie met de MA-verpakking lijkt de houdbaarheid met één dag te verlengen ten opzichte van alleen MA-verpakken. De MA-verpakking realiseert alleen bij 15°C een verlenging van de houdbaarheid t.o.v. de controle verpakking.

Conclusies experiment mei.

Mix B. van aardbei-eigen stoffen geeft aanleiding tot phytotoxiciteit.

Aardbeien verpakt in een MA-verpakking hebben langer een goed uitziend kroontje. Alle aardbei-eigen stoffen met uitzondering hexylacetaat en 2-nonanone hebben een negatief effect op het kroontje.

De geperforeerde verpakking geeft de meeste rotaantasting.

Alleen bij aardbeien waarin de verpakking hexylacetaat of een mix van aardbei-eigen stoffen werd toegevoegd traden smaakafwijkingen op.

De MA-verpakking en de MA-verpakking met toevoeging van hexylacetaat en 2-nonanone zijn het beste ten aanzien van de totale kwaliteit.

Resultaten experiment juni.

Gasconcentratie.

De gemeten gasconcentraties bij 4°C na 7 dagen bewaring waren 15,6 % O₂ en 5,0 % CO₂. Deze waarden vallen binnen de verwachte range (ATO-rapport B259)

Conclusies gasconcentraties.

De gasconcentraties waren op het verwachte niveau.

Phytotoxiciteit.

Phytotoxiciteit werd in dit experiment niet waargenomen.

Conclusies phytotoxiciteit.

De mix van aardbei-eigen stoffen gaf in dit experiment geen aanleiding tot phytotoxiciteit. Dezelfde conclusie kan worden getrokken voor de andere objecten.

Rijpheid (kleur).

De aardbeien waren bij start van het experiment kleur 5. Deze volledig doorgekleurde aardbeien zijn in de loop van het verdere experiment dan ook niet verder doorgekleurd.

Conclusies rijpheid (kleur).

De kleur veranderde niet.

Stevigheid.

Er werden tijdens dit experiment geen verschillen in stevigheid waargenomen tussen de verschillende behandelingen en bij de verschillende temperaturen.

Conclusies stevigheid

Er zijn geen effecten waargenomen.

Kroontje.

Effecten van de verschillende behandelingen op de houdbaarheid t.a.v. de kroontjes staan weergegeven in tabel 6.

Tabel 6. Aantal dagen dat de aardbeien acceptabel blijven wat betreft kroontje bij verschillende temperaturen.

Behandeling (verpakking)	Bewaartemperatuur		
	4°C	10°C	15°C
Controle verpakking	10	>9	5
Geperforeerde verpakking	10	7	5
MA verpakking	13	>9	>6
Methylhexanoaat 7,5 µL	10	>9	>6
Methylhexanoaat 15 µL	<10	<7	>6
Hexylacetaat 7,5 µL	10	>9	>6
Hexylacetaat 15 µL	10	7	>6
2-nonanone 3 µL	10	>9	>6
2-nonanone 6 µL	15	>9	>6
Mix A*	<10	<7	>6
Mix B*	<10	7	>6

*de samenstelling van de mixen staan in tabel 1.

Uit deze tabel blijkt dat de MA-verpakking zonder aardbei-eigen stoffen en de aardbei-eigen stoffen Hexylacetaat en 2-nonanone goed scoren wat betreft effect op de kroontjes. De green chemical methylhexanoaat en de mix van aardbei-eigen stoffen hebben bij 4°C en 10°C een kwaliteit achteruitgang van de kroontjes tot gevolg in vergelijking met de MA-verpakking. De slechtste verpakking is de hot needle verpakking.

Conclusies kroontje.

In de MA-verpakking en de MA-verpakking met toevoeging van hexylacetaat en 2-nonanone hadden de aardbeien de langste houdbaarheid ten aanzien van de kroontjes.

Rot.

De percentages rot staan per temperatuur weergegeven in de bijlage (tabel 14 t/m 16). In tabel 7 staat een schatting van het aantal dagen dat de aardbeien met de verschillende behandeling bij verschillende temperaturen acceptabel waren. Als acceptabel percentage rot is 5 procent rot gesteld. In dit experiment was het percentage rot in de hot needle verpakking significant hoger dan bij de andere behandelingen. Bij verschillen tussen de andere behandelingen is er alleen sprake van een trend maar geen significante verschillen. Hier valt op dat de behandeling met hexylhexanoaat en de mix van aardbei-eigen stoffen minder effect hebben op de rotontwikkeling dan de andere aardbei-eigen stoffen. Alle aardbei-eigen stoffen laten een verlening van de houdbaarheid zien ten opzichte van de MA-verpakking. De MA-verpakking scoort weer gunstiger dan de twee niet MA-verpakkingen.

Tabel 7. Aantal dagen dat de aardbeien acceptabel blijven wat betreft rotaantasting bij verschillende temperaturen.

Behandeling (verpakking)	Bewaartemperatuur		
	4°C	10°C	15°C
Controle verpakking	>15	7,5	4
Geperforeerde verpakking	13	<5	<4
MA verpakking	14	>9	5,5
Methylhexanoaat 7,5 µL	14	8,5	5,5
Methylhexanoaat 15 µL	>15	>9	>6
Hexylacetaat 7,5 µL	>15	8,5	5,5
Hexylacetaat 15 µL	13	8	5,5
2-nonanone 3 µL	>15	>9	>6
2-nonanone 6 µL	15	>9	5,5
Mix A*	>15	>9	4,5
Mix B*	15	>9	5,5

*de samenstelling van de mixen staan in tabel 1

Conclusies rotaantasting.

In de MA-verpakkingen met toevoeging van methylhexanoaat en 2-nonanone hadden de aardbeien de beste houdbaarheid ten aanzien van rot.

Smaakafwijkingen.

In tabel 8 staat weergegeven bij welke behandelingen smaakafwijkingen optreden. Uit deze tabel wordt duidelijk dat de toevoeging van hexylacetaat en mix A een afwijkende smaak tot gevolg hebben. Bij de andere behandelingen werden geen afwijkingen geconstateerd.

Conclusies smaakafwijkingen.

Aardbeien met behandelingen van hexylacetaat en de mix van aardbei-eigen stoffen vertoonden smaakafwijkingen.

Tabel 8. Optreden van smaakafwijkingen bij verschillende temperaturen.

Behandeling (verpakking)	Bewaartemperatuur		
	4°C	10°C	15°C
Controle verpakking	Geen	Geen	Geen
Geperforeerde verpakking	Geen	Geen	Geen
MA verpakking	Geen	Geen	Geen
Methylhexanoaat 7,5 µL	Geen	Geen	Geen
Methylhexanoaat 15 µL	Geen	Geen	Geen
Hexylacetaat 7,5 µL	Geen	Afwijking	Geen
Hexylacetaat 15 µL	Afwijking	Afwijking	Afwijking
2-nonanone 3 µL	Geen	Geen	Geen
2-nonanone 6 µL	Geen	Geen	Geen
Mix A*	Afwijking	Geen	Afwijking
Mix B*	Geen	Geen	Geen

*de samenstelling van de mixen staan in tabel 1

Houdbaarheid experiment juni.

In tabel 9 staat de maximale bewaarduur in dagen van de verschillend behandelde aardbeien bij de verschillende temperaturen weergegeven. In deze tabel is rekening gehouden met alle kwaliteitsaspecten, het kwaliteitsaspect wat beperkend is voor de houdbaarheid staat tussen haakjes in de desbetreffende cel. Uit deze samenvattende tabel blijkt dat de behandeling met 2-nonanone en methylhexanoaat de beste aardbei-eigen stoffen zijn. Deze toevoegingen geven een extra houdbaarheid ten opzichte van de MA-verpakking zonder toevoegingen. De ander behandelingen met aardbei-eigen stoffen hebben wel een positief effect wat betreft remming van de rotontwikkeling maar scores ongunstig wat betreft "kroontje" of wat ernstiger is geven soms aanleiding tot smaakafwijkingen.

Tabel 9. Houdbaarheid van aardbeien bij verschillende temperaturen

Behandeling (verpakking)	Bewaartemperatuur		
	4°C	10°C	15°C
Controle verpakking	10 (kroontje)	7,5 (rot)	4 (rot)
Geperforeerde verpakking	10 (kroontje)	<5 (rot)	<4 (rot)
MA verpakking	13 (kroontje)	>9	5,5 (rot)
Methylhexanoaat 7,5 µL	10 (kroontje)	8,5 (rot)	5,5 (rot)
Methylhexanoaat 15 µL	< 10 (kroontje)	<7 (kroontje)	>6
Hexylacetaat 7,5 µL	10 (kroontje)	0 (smaak)	5,5 (rot)
Hexylacetaat 15 µL	0 (smaak)	0 (smaak)	0 (smaak)
2-nonanone 3 µL	10 (kroontje)	>9	>6
2-nonanone 6 µL	15 (rot en kroontje)	>9	5,5 (rot)
Mix A*	0 (smaak)	<7 (kroontje)	0 (smaak)
Mix B*	15	7 (kroontje)	5,5 (rot)

*de samenstelling van de mixen staan in tabel 1

Conclusies experiment juni.

In de MA-verpakking en de MA-verpakking met toevoeging van hexylacetaat en 2-nonanone bleven de kroontjes langer goed dan in andere verpakkingen.

MA-verpakkingen met toevoeging van methylhexanoaat en 2-nonanone gaven de langste uitstel van rotaantasting te zien (rekening houdend met de gestelde limit).

Aardbeien behandeld met hexylacetaat of de mix van aardbei-eigen stoffen vertoonden smaakafwijkingen.

Aardbeien verpakt in een MA-verpakking en aardbeien verpakt met toevoeging van 2-nonanone scoren het beste als er rekening wordt gehouden met alle kwaliteitsaspecten.

Samenvatting conclusies mei en juni experimenten.

In tabel 10 staan de resultaten van beide experimenten samengevat. In deze samenvatting is er gekeken naar de houdbaarheid van de aardbeien bij de diverse bewaartemperaturen van beide experimenten. De rangorde tussen de diverse

verpakkingen / behandelingen is aangegeven in deze tabel. Tabel 10. Samenvatting van beide experimenten.

Tabel 10. Samenvatting experimenten mei en juni

Behandeling (verpakking)	Waardering
Controle verpakking	Matig
Geperforeerde verpakking	Slecht
MA verpakking	Redelijk
Methylhexanoaat 7,5 µL	Goed
Methylhexanoaat 15 µL	Matig
Hexylacetaat 7,5 µL	Slecht
Hexylacetaat 15 µL	
2-nonanone 3 µL	Goed (beste)
2-nonanone 6 µL	
Mix A*	Slecht
Mix B*	

*de samenstelling van de mixen staan in tabel 1

Uit deze tabel blijkt dat twee behandelingen van aardbei-eigen stoffen een beter resultaat geven dan de MA-verpakking. Hierbij moet opgemerkt worden dat het effect van methylhexanoaat niet altijd eenduidig is. Bij een te hoge dosering ontstaat ernstige schade aan de kroontjes.

Experiment mei: MA-verpakking en de MA-verpakking met toevoeging van hexylacetaat en 2-nonanone komen als meest gunstig uit dit experiment ten aanzien van de totale kwaliteit.

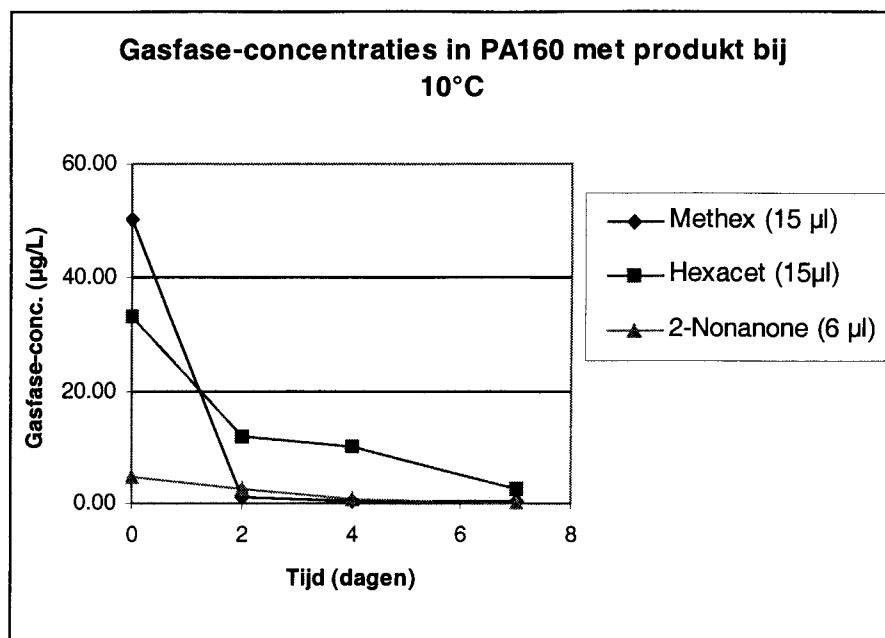
Experiment juni: aardbeien verpakt in een MA-verpakking en met toevoeging van 2-nonanone scoren het beste als er rekening wordt gehouden met alle kwaliteitsaspecten.

Resultaten gasfase-analyse

Analyse van de concentratie van aardbei-eigen stoffen in de headspace van de verpakkingen toont aan dat de concentraties snel afnemen (figuur 1, pag 16) . Na 7 dagen kunnen geen van de stoffen worden teruggevonden. Methylhexanoaat lijkt het snelst terug te lopen, gevolgd door 2-nonanone. De gasfase-concentratie van hexylacetaat blijft nog het langst op niveau.

Conclusies gasfase-analyse

De waargenomen afname kan verklaard worden door metabolisme van de stoffen door de vruchten. Dat wil zeggen dat het schimmelgroei-remmende effect vooral in de eerste dagen van bewaring aanwezig is. Na verloop van tijd neemt deze activiteit waarschijnlijk af.



Figuur 1. Gasfaseconcentratie van drie aardbei-eigen stoffen in de headspace van verpakte aardbeien. (Date van de trial in juni 1998).

Resultaten taak 6

Er op ATO-DLO een volledig toxicologisch dossier van E-2-hexenal en informatie over de drie geselecteerd stoffen: methylhexanoaat, hexylacetaat en 2-nonanone. De officiële classificaties van deze stoffen worden op de voortgangsbespreking januari 1999 gepresenteerd. Deze geven aan dat alle geselecteerde stoffen een toelating hebben voor gebruik in levensmiddelen als geur en/of smaakstof.

Planning

Gezien de resultaten van beide besproken experimenten is het mogelijk dat een aangepaste mix nog mogelijkheden tot verbetering biedt. Door de component hexylacetaat in het geheel weg te laten, de dosering methylhexanoaat te verlagen en de dosering 2-nonanone te verhogen. Een andere mogelijkheid is het verhogen van de dosering zuivere 2-nonanone. Er is bij deze aardbei-eigen stof nog geen schade geconstateerd voor wat betreft smaak of kroontjes.

Samengevat worden in de tweede helft 1998 worden nog 3 experimenten uitgevoerd. Ten eerste is er reeds een derde grote trial uitgevoerd in augustus (Taak 12). Over experiment wordt gerapporteerd in het vierde voortgangsrapport. Verder wordt het effect van 2-nonanone op de smaak uitgebreid onderzocht met een panel van 10-15 proefpersonen. Tenslotte wordt een vierde herhaling in dit seizoen gepland waarbij de meest optimale aardbei-eigen stof wordt gebruikt in de optimale dosering. Alle experimenten worden dit seizoen uitgevoerd met product van dezelfde herkomst.

Confrontatie met de fasering

De uitvoering van het project loopt in grote lijnen volgens planning. Een verdieping van de uitvoering van Taak 6 is gepland voor de tweede helft van 1998 omdat het al dan niet optreden van smaakafwijkingen kritisch is voor de toepassing van de aardbei-eigen stoffen. Gasfasemetingen hebben aangetoond dat de aardbei-eigen stoffen in de gebruikte doseringen de ademhaling van aardbeien niet zodanig beïnvloedt dat afwijkende MA-condities worden gemeten (Taak 11).

Overzicht van de fasering van de taken beschreven in § 4.4.5. van het projectvoorstel. Arcering van de blokken geeft aan dat taken zijn uitgevoerd of dat er aan gewerkt wordt.

Fase	Taak	1997		1998		1999	
		1 ^e helft	2 ^e helft	1 ^e helft	2 ^e helft	1 ^e helft	2 ^e helft
1	1	■					
	2	■					
	3	■	■				
	4	■	■				
	5		■	■			
	6		■	■			
	7		■				
2	8		■	■			
	9		■				
	10		■	■			
	11			■	■		
	12						
3	13						
	14						
	15						
	16						
	17						

Bijlage 1, Tabellen

Tabel 11. Percentage rot van aardbeien bewaart bij 4°C. Mei-experiment.

Behandel	Bewaarduur in dagen				
	5	7	9	13	15
Controle verpakking	0	0.17	0.63	3.7	33.07
Gepreforeerde verpakking	0	0.69	0.5	11.05	39.33
MA verpakking	0	0	0.75	4.73	29.08
Methylhexanoaat	1.04	0	0.55	13.54	38.77
Hexylacetaat	0.18	0.16	1.39	3.63	27.25
2-nonanone	0	0.17	0.92	6.52	37.41
Mix B*	0.53	0.31	0.2	6.39	40.61

*de samenstelling van de mixen staan in tabel 1

Tabel 12. Percentage rot van aardbeien bewaart bij 10°C. Mei-experiment.

Behandel	Bewaarduur in dagen				
	3	5	6	7	10
Controle verpakking	0.12	1.92	0.23	2.22	31.94
Gepreforeerde verpakking	0	3.5	5.13	5.27	36.78
MA verpakking	0	0.43	3.49	1.53	28.33
Methylhexanoaat	0	1.39	1.96	2.42	40.36
Hexylacetaat	0	1.28	1.94	1.25	33.77
2-nonanone 3 µL	0	0.37	1.79	5.42	28.69
Mix B*	0.01	0.01	0.51	0.42	25.78

*de samenstelling van de mixen staan in tabel 1

Tabel 13. Percentage rot van aardbeien bewaart bij 15°C. Mei-experiment.

Behandel	Bewaarduur in dagen				
	2	3	4	5	6
Controle verpakking	0	0.79	4.69	9.16	22.6
Gepreforeerde verpakking	0	1.46	7	18.14	30.77
MA verpakking	2.26	2.36	0	14.23	24.03
Methylhexanoaat 3 µL	0.37	0.61	0.91	6.95	18.13
Hexylacetaat 3 µL	0	0	0.88	4.68	20
2-nonanone 3 µL	0	0	0.9	8.43	23
Mix B*	0	0.19	3.05	12.33	25.76

*de samenstelling van de mixen staan in tabel 1

Tabel 14. Percentage rot van aardbeien bewaart bij 4°C. Juni experiment

Behandel	Bewaarduur in dagen		
	10	13	15
Controle verpakking	0.6	0.9	0.6
Gepreforeerde verpakking	0.1	4.6	17.5
MA verpakking	0.3	1.7	8.9
Methylhexanoaat 7,5 µL	0.2	0.4	9.1
Methylhexanoaat 15 µL	0.4	0.0	4.0
Hexylacetaat 7,5 µL	0.3	4.1	3.2
Hexylacetaat 15 µL	0.4	8.2	10.8
2-nonanone 3 µL	0.5	1.0	3.9
2-nonanone 6 µL	0.9	0.6	6.2
Mix A*	0.3	3.2	2.2
Mix B*	0.3	0.4	5.6

*de samenstelling van de mixen staan in tabel 1

Tabel 15. Percentage rot van aardbeien bewaart bij 10°C. Juni experiment

Behandel	Bewaarduur in dagen		
	7	8	9
Controle verpakking	3.62	5.68	7.19
Gepreforeerde verpakking	10.21	8	28.79
MA verpakking	1.25	3.15	3.88
Methylhexanoaat 7,5 µL	0.53	2.19	5.71
Methylhexanoaat 15 µL	0	0.28	3.83
Hexylacetaat 7,5 µL	1.67	1.29	8.78
Hexylacetaat 15 µL	0.64	5.79	4.85
2-nonanone 3 µL	1.08	1.06	2.15
2-nonanone 6 µL	0.57	1.77	2.91
Mix A*	1.94	2.15	4.12
Mix B*	2.06	1.25	1.53

*de samenstelling van de mixen staan in tabel 1

Tabel 16. Percentage rot van aardbeien bewaart bij 15°C. Juni experiment

Behandel	Bewaarduur in dagen		
	4	5	6
Controle verpakking	5.0	21.3	37.8
Gepreforeerde verpakking	10.7	29.3	42.8
MA verpakking	1.2	1.8	7.3
Methylhexanoaat 7,5 µL	2.3	2.1	7.7
Methylhexanoaat 15 µL	1.0	1.7	4.4
Hexylacetaat 7,5 µL	1.1	1.6	7.6
Hexylacetaat 15 µL	0.3	1.8	6.1
2-nonanone 3 µL	0.9	2.6	4.5
2-nonanone 6 µL	0.6	0.8	7.9
Mix A*	0.3	8.8	11.9
Mix B*	8.2	5.2	7.7

*de samenstelling van de mixen staan in tabel 1

Bijlage 2. Figuren van de trial juni 1998

